

PAT-NO: JP363153405A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63153405 A
TITLE: SCANNING TYPE TUNNEL MICROSCOPE
PUBN-DATE: June 25, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
OKADA, TAKAO
KAWACHI, TOSHIHITO
MISHIMA, SHUZO
OGAWA, HARUO
MORITA, SEIZO
MIKOSHIBA, NOBUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OLYMPUS OPTICAL CO LTD	N/A

APPL-NO: JP62175062

APPL-DATE: July 14, 1987

INT-CL (IPC): G01B007/34, G01N023/00, H01J037/28

US-CL-CURRENT: 359/368

ABSTRACT:

PURPOSE: To selectively perform a rough motion and a fine motion by using an actuator having a first driving part in which plural piezoelectric bodies are laminated through an electrode in the axial direction, and a second driving part in which piezoelectric bodies whose number is different from the piezoelectric bodies of the first driving part are laminated.

CONSTITUTION: On the upper face of a substrate 10, supporting plates 12, 26 are provided vertically. To the center part of the supporting plate 12, a differential micrometer 14 is fixed. In front of the front end part

of the micrometer 14, a first actuator 16 is provided coaxially, and to the front end, a scanning needle 24 is fixed. To the other end side of the substrate 10, a second actuator 22 of a laminated composite type is fixed by the supporting plate 26. The second actuator 22 consists of the first and the second driving parts 30, 32, and when a first power source circuit 40 is driven, the driving part 30 expands and contracts, and when the second driving part 42 is driven, the driving part 32 expands and contracts.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑫ 公開特許公報 (A) 昭63-153405

⑥Int.Cl.
 G 01 B 7/34
 G 01 N 23/00
 H 01 J 37/28

識別記号 庁内整理番号
 Z-8304-2F
 2122-2G
 Z-7129-5C 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑩発明の名称 走査型トンネル顕微鏡

⑪特 願 昭62-175062

⑫出 願 昭62(1987)7月14日

優先権主張 ⑩昭61(1986)7月14日⑩日本(JP)⑪特願 昭61-165032

⑬発明者 岡田 孝夫 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業
株式会社内

⑬発明者 河内 利仁 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業
株式会社内

⑬発明者 三島 周三 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業
株式会社内

⑭出願人 オリンパス光学工業株 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
式会社

⑮代理人 弁理士 坪井 淳 外2名
最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

走査型トンネル顕微鏡

2. 特許請求の範囲

試料の観察面に対して微少間隔を有して対面するように位置され、試料との間に電圧が印加されることにより、両者間にトンネル電流が流れる走査針と、試料を移動させる第1のアクチュエータと、前記走査針を移動させる第2のアクチュエータとを具備し、前記第1と第2のアクチュエータの少なくとも一方は複数の圧電体が軸方向に電極を介して積層された第1の駆動部と、この第1の駆動部の圧電体と異なる数の圧電体が電極を介して横層された第2の駆動部とを横層方向に接合してなる横層複合アクチュエータにより形成されていることを特徴とする走査型トンネル顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

(A) [産業上の利用分野]

この発明は、走査針と試料の観察面とを限り無く、例えば50μ以下に近づけ、両者の間に流れ

るトンネル電流を測定して常時一定となるように走査針を軸方向に移動させ、前記観察面の画像を得る走査型トンネル顕微鏡に関する。

(B) [従来の技術]

この種の顕微鏡は、試料の表面の構造を、数μ以下といつ高分解能で解明でき、また試料の観察面を全く損傷する事がない等、他の形式の顕微鏡と比べて優れた特性を有している。このような顕微鏡においては、駆動機構にそれぞれ走査針と試料とを固定し、これら駆動機構により、走査針と試料とを相対的に面方向並びに軸方向に移動させて、所定の信号を得、この信号をもとにして試料の表面の三次元画像を得ている。従来の顕微鏡に使用されている駆動機構としては、圧電体により形成され、互いに一端が接続され、他端がほぼ同角度で延伸した3本の脚部を有するアクチュエータ、並びに差動マイクロメータと横層圧電体で形成されたアクチュエータとの組合せからなるものが知られている。

(1) [発明が解決しようとする問題点]

しかし、上記駆動機構は動作範囲が狭く汎用性に劣るという欠点があった。一方、汎用性を求めて、必要な駆動機構や粗動機構を追加すると、装置全体が大型となり、外部振動や熱ドリフトに弱くなるという問題点があった。

したがって、この発明は上記従来技術の問題点に鑑み察出されたものであり、その目的は、装置全体が小型化にできるとともに汎用性にも優れた走査型トンネル顕微鏡を提供することである。

(2) [問題点を解決する為の手段]

この発明の走査型トンネル顕微鏡は、試料を移動させる第1のアクチュエータと走査針を移動させる第2のアクチュエータとの少なくとも一方は、複数の圧電体が軸方向に電極を介して積層された第1の駆動部と、この第1の駆動部の圧電体と異なる数の圧電体が電極を介して積層された第2の駆動部とを積層方向に接合してなる積層複合アクチュエータにより形成されていることを特徴とする。

-3-

くには傾斜三角形状の支持板12が、右端には矩形状の支持板26が、立設されている。この支持板12の傾斜中心部には差動マイクロメータ14が、この支持板12と直交するようにして、水平に固定されている。このマイクロメータ14の前端部14aは基板10の他端側に、支持板12の前面から突出し、また後端部である操作部14bは、同支持板12の後面から突出されている。このような差動マイクロメータ14は操作部14bを所定角度回動させることにより、先端部14aが軸線にそって微小距離移動する公知のものであり、試料の粗動移動機構を構成している。このマイクロメータ14の前端部前面には第一のアクチュエータ16が同軸的に設けられている。この第一のアクチュエータ16は、X-軸、Y-軸、Z-軸方向に伸縮可能なように電極パターンが設けられた円筒型圧電体素子で公知のものである。このアクチュエータ16の前端には走査針24が同軸的に固定されている。このアクチュエータ16は走査針24を軸方向に微動させる機能と、軸に

(3) [作用]

試料と走査針との間に所定の電圧を印加し、かつ試料と走査針との間がトンネル領域となるように両者を近接させた状態で、トンネル電流を測定し、アクチュエータにより、走査針を面方向に移動させるとともに、前記トンネル電流が一定となる（仕事関数など物性が均一な試料の場合には、走査針と試料表面の間隔を一定に保つことに相当する）ように走査針を軸方向に移動させる。そして、この軸方向に移動させるための電圧を測定し、これを信号として三次元像を描く。次いで、この三次元像を画像処理して試料表面の凹凸を観測する。

(4) [実施例]

以下に、この発明の一実施例に係わる走査型トンネル顕微鏡を添付図面を参照して説明する。

第1図において、符号10は一辺が数mmの矩形の基板を示し、この基板10は下面が高精度に研磨されたステンレス板もしくはインバー合金により形成されている。この基板10の上面の左端近

-4-

直交する面方向に走査させる機能とを有している。この第1のアクチュエータ16と対面するようにして、前記基板10の他端側には、後で詳述する積層複合型の第2のアクチュエータ22が基板10から突設された支持板26により、固定されている。この第2のアクチュエータ22の先端には、試料台20を介して試料18が前記走査針24と対面するように固定されている。この第2のアクチュエータ22は、その電極に選択的に電圧が印加されることにより、試料18を軸方向に粗動並びに微動させる機能を有している。

次に、第2図を参照して、前記第2のアクチュエータ22を説明する。

図中符号30は第1の駆動部を、また符号32は第2の駆動部をそれぞれ示し、これら駆動部30, 32は同軸的に配設され、絶縁体34により接合されている。第1の駆動部30は、それぞれのあいだに電極36が介在されて、積層された3個の圧電体38を有する。また、外側に位置する圧電体の面にも電極36が形成されている。第

-5-

-32-

-6-

2の駆動部32は圧電体38が7個使用されている以外は、第1の駆動部30と全く同様にして構成されている。前記電極36は一つ置きに第1並びに第2の電源回路40、42のマイナス側とプラス側に接続されており、かくして各圧電体38は両面の電極36を介して電圧が印加され、伸縮される。この結果、第1の電源回路40を駆動した場合には第1の駆動部30が伸縮し、第2の電源回路42を駆動したときには第2の駆動部32が、第1の駆動部30の伸縮量よりも大きく伸縮し、また両駆動回路40、42を同時に駆動したときにはさらに大きく伸縮する。従って第1の駆動部30は試料の微動用として、第1と第2の駆動部とを合わせたものは粗動用として、そして第2の駆動部32は中間用として使用できる。ここで第1の駆動部と第2の駆動部とは、圧電体の個数が異なっていれば、その数は適宜でよい。そして、駆動部も2個に制限されるものではなく、これ以上でもよい。さらに、電源回路は必ずしも複数である必要はなく、単一の電源回路でも、これ

-7-

く。この電圧は試料の仕事関数と、試料と走査針との距離の関数であるので、試料表面に凹凸もしくは汚染があると変化し、これらを表示することになる。したがって、この三次元像を画像処理することにより試料表面を観察できる。

つぎに、複数の積層複合圧電体を用いた走査型トンネル顕微鏡の例について説明する。

第3図において、基板10、支持板12、差動マイクロメータ14は、第1図のものと同様のものである。ただし基板10の右端には突出部はない。差動マイクロメータ14の前端部前面には第1の積層複合アクチュエータ16が同軸的に設けられている。この第1の積層複合アクチュエータ16は、第2図に示されているように、第1の駆動部30と第2の駆動部32とから構成されている。アクチュエータ16の前端には、試料台20を介して試料18が取着されている。一端が互いに接合され三方向に延出する第1ないし第3の脚部24、26、28を有する第2のアクチュエータ22は、第1ないし第2の脚部24、26の他

-9-

とそれぞれの駆動部とのあいだにスイッチング回路を介在させることにより、使用できる。

上記構成の走査型トンネル顕微鏡を使用して試料である金属片の表面の凹凸を測定する場合につき説明する。

試料18と走査針24とのあいだに所定電圧(0.1V～10V)を印加する。つぎに差動マイクロメータ14により第1のアクチュエータ16を軸方向に粗動させ、走査針24を試料18に近づける。そして、第2のアクチュエータ22に電圧を印加して、試料18を、試料18と走査針24との間が真空トンネル領域(約12Å)となるまで走査針24に接近させトンネル電流を測定する。この状態で、第1のアクチュエータ16の所定の電極に電圧を印加して、走査針24を面方向に移動させ、観察面を走査するとともに、測定したトンネル電流にもとづいて、常時、トンネル電流が一定となるように軸方向にも微動させる。この時の走査針24の軸方向の移動のための電圧を測定し、これを信号として試料の表面の三次元像を描

-8-

端が基板10の上面右端に固定され、第3の脚部28がこれと基板10とのあいだに第1のアクチュエータ16を位置させるように、基板10の上面に対して平行に延出し、その他端が前記支持板12の上面にねじ止めされた接着部材30に固定されている。これら3本の脚部24、26、28は、それぞれが積層複合圧電体からなる。また、3本の脚部が集合する接合部の下側には走査針保持部材32を介して、走査針34が前記試料18と対面するように支承されている。

上記構成の走査型トンネル顕微鏡の動作について説明する。

試料18と走査針34とのあいだに所定電圧(0.1V～10V)を印加する。つぎに差動マイクロメータ14により第1のアクチュエータ16を軸方向に粗動させ試料18を走査針34に近づける。そして、第1のアクチュエータ16に電圧を印加して、試料18を、試料18と走査針34とのあいだが真空トンネル領域(約12Å)となるまで、走査針34に接近させトンネル電流を測

-10-

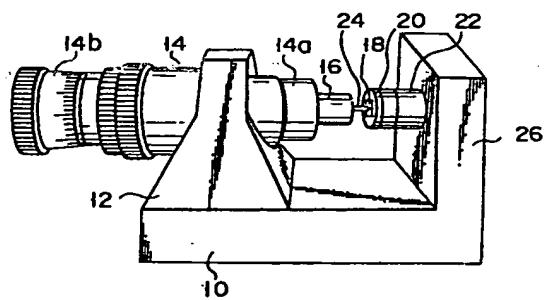
定する。この状態で、第2のアクチュエータ22の所定の電極に電圧を印加して、走査針34を面方向に移動させ、観察面を走査するとともに測定したトンネル電流にもとづいてこのトンネル電流が一定となるよう軸方向にも微動させる。この時の走査針34の軸方向の移動のための電圧を信号として、試料の表面の三次元像を得る。本構成の走査型トンネル顕微鏡においては、第1および第2のアクチュエータがともに積層複合圧電体から構成されているため、広い範囲に走査針および試料を移動させることができ、汎用性に優れるうえ、小型化も達成できる。

上記実施例では、第2のアクチュエータの3本の脚部24, 26, 28に、積層複合圧電体を用いたが、これらは単なる積層圧電体であってもよいし、単体の圧電体であってもよい。

(3) [発明の効果]

この発明の走査型トンネル顕微鏡においては、試料を移動するアクチュエータと走査針を移動するアクチュエータとの少なくとも一方は、複数の

-11-



第1図

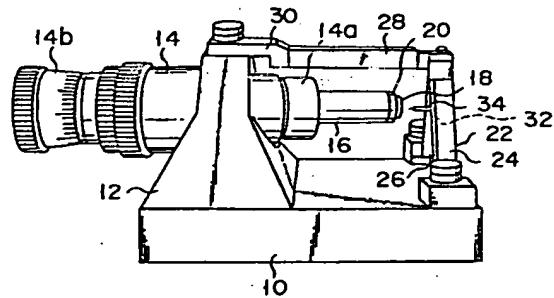
圧電体が軸方向に電極を介して積層された第1の駆動部と、この第1の駆動部の圧電体と異なる数の圧電体が電極を介して積層された第2の駆動部とを積層方向に接合してなる積層複合アクチュエータにより形成されている。この積層複合アクチュエータは、小型で簡単な構成で粗動と微動とを選択的に果せるので、汎用性を維持しつつ装置全体の小型化が達成できる。また外部振動や熱ドリフトの影響を受けにくいので高分解能の測定が可能になる。

4. 図面の簡単な説明

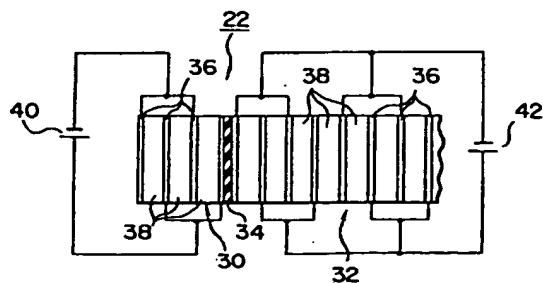
第1図は、この発明の一実施例に係わる走査型トンネル顕微鏡の全体を示す斜視図、第2図は、同トンネル顕微鏡に使用されている複合積層アクチュエータを説明する為の図、第3図は、この発明の他の実施例の全体を示す斜視図、そして第4図はその背面図である。

10…基板、14…差動マイクロメータ、16…第1のアクチュエータ、18…試料、22…第2のアクチュエータ、34…走査針。

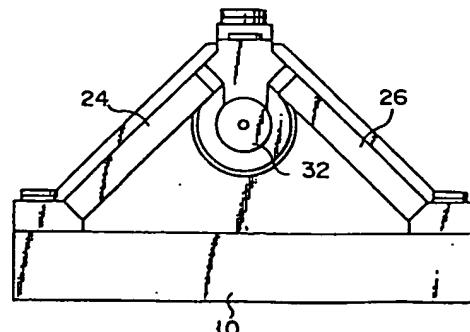
-12-



第3図



第2図



第4図

第1頁の続き

②発明者 小川 治男 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業
株式会社内

②発明者 森田 清三 宮城県仙台市新寺1の3の7の405号

②発明者 御子柴 宣夫 宮城県仙台市八木山本町2の30の18